



Ana Luiza Silva Vettorazzi

**ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DE UMA SEÇÃO
GEOLÓGICA DA BACIA DO TUCANO SUL: A DISCORDÂNCIA
“PRÉ-ARATU”**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro

Ana Luiza Silva Vettorazzi

**ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DE UMA SEÇÃO GEOLÓGICA DA
BACIA DO TUCANO SUL:
A DISCORDÂNCIA “PRÉ-ARATU”**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Geólogo.

Orientadores:

Leonardo Borghi
Flávio Luís Fernandes

Rio de Janeiro
Janeiro de 2009

ANA LUIZA, Silva Vettorazzi

Título: A análise sismoestratigráfica de uma seção geológica na bacia do Tucano Sul: "A discordância Pré-Aratu." – Ana Luiza Silva Vettorazzi- Rio de Janeiro: UFRJ- IGEO, 2009. 27 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2009.

Orientadores: Leonardo Fonseca Borghi de Almeida, Flávio Luís Fernandes.

1. Geologia. 2. Setor de Paleontologia e Estratigrafia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Leonardo, Fonseca Borghi de Almeida. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Doutor em Geociências.

Ana Luiza Silva Vettorazzi

ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DE UMA SEÇÃO GEOLÓGICA DA
BACIA DO TUCANO SUL: A DISCORDÂNCIA PRÉ-ARATU

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geólogo.

Orientadores:

Leonardo Borghi
Flávio Luís Fernandes

Aprovada em: 19-01-2009
Por:

Prof. Leonardo Borghi (UFRJ)

Geól. Flávio Luís Fernandes (Vale E&P)

Geól. Luciana Moreira Félix (Vale E&P)

UFRJ
Rio de Janeiro
2009

Dedico este trabalho, em primeiro lugar
aos meus familiares, que ajudaram a
tornar o fim desta caminhada mais leve...
E aos amigos de trabalho, pelos minutos
de alegria proporcionados durante a
ansiedade e desconforto.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus familiares, em especial aos meus pais, quem tiveram papel fundamental pra que esta caminhada tomasse fim.

Aos amigos de trabalho, a quem procurei conforto nos momentos de desespero e angústia, em especial à geóloga Luciana Félix (Tuti), pela imensa ajuda e apoio durante a etapa de carregamento dos dados.

A toda turma de 2004, que fez esta importante etapa de minha vida tornar-se mais divertida e prazerosa, que vão me fazer lembrar carinhosamente pro resto da vida, como “A turma da lixeira!”

Ao professor Leonardo Borghi, pelos momentos de dedicação e atenção dedicados a este trabalho.

Ao geólogo, chefe e amigo Flávio Luís Fernandes, pela paciência durante os momentos de finais de expedientes dedicados carinhosamente na colaboração do trabalho.

Ao geólogo Luciano Seixas Chagas, pelo carinho, atenção e ajuda técnica nos momentos de maiores dúvidas,...

Ao amigo de trabalho e futuro geofísico Edinei, com quem compartilhei alguns momentos de desespero aos finais de expediente, na etapa de carregamento dos dados sísmicos.

Ao BDEP-ANP, pela concessão das linhas sísmicas e dos perfis de poços referentes à Bacia do Tucano Sul, necessários para a realização do trabalho.

Resumo

VETTORAZZI, Ana Luiza Silva. “Análise sismoestratigráfica de uma seção geológica da bacia do Tucano Sul: A Discordância “PRÉ-ARATU”. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Este estudo buscou uma análise sismoestratigráfica da bacia do Tucano Sul, com base em uma seção sísmica, e apoiada em dados geofísicos de dois poços de sondagem (densidade, raio gama, potencial espontâneo). Os resultados apontam para a caracterização de três padrões de sismofácies, delimitadas na seção sísmica, os quais caracterizaram a existência de uma fase Pré-rifte bem definida (sismofácies plano-paralela), a transição de uma fase tectônica mais ativa para a fase menos ativa (sismofácies plano-paralela incipiente), e a última, que reflete já a fase Pós-rifte na bacia, representado por progradações fluvio-deltaicas e incisões fluviais (sismofácies caótica). Paralelamente, propôs-se um diagrama cronoestratigráfico (diagrama de Wheeler), com base na identificação das terminações de refletores, e na caracterização de superfícies discordantes. Através destes critérios, foi possível trazer à tona novas perspectivas de discussão de problemas estratigráficos, com ênfase na discordância Pré-Aratu, implicando numa nova discussão do ponto de vista exploratório, além de uma nova abordagem cronoestratigráfica.

Palavras-chave: discordância, sismofácies, diagrama.

Abstract

VETTORAZZI, Ana Luiza Silva. “Análise sismoestratigráfica de uma seção geológica da bacia do Tucano Sul: A Discordância “PRÉ-ARATU”. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

This study aimed a seismostratigraphic analysis of Tucano Sul Basin, based on a seismic section, supported on geophysical data of two drilling wells (DT, GR, SP, DLT). The results point to the characterization of three seismofacies, clearly defined on the seismic section, which characterized (I) fairly the Pre-rift phase (plane- parallel seismofacies), (II) the transition of a more active tectonic episode to a less one (incipient plane-parallel seismofacies), and the last, (III) represented by fluvial-deltaic progradations and fluvial incisions, which reflects the pos-rift phase on the basin, (chaotic seismofacies). Besides it, was proposed a chronostratigraphic diagram (Wheeler), based on the identification of reflector terminations, and the characterization of unconformity surfaces. Through these criteria, it was possible to discuss stratigraphic problems, emphasizing the “Pré-Aratu” unconformity which affects stratigraphic traps for hydrocarbons accumulations, implying a new exploration point of view.

Key words: unconformity, seismofacies, diagram.

Lista de Figuras

Figura 1- Mapa de situação das sub-bacias do Tucano Central, Norte e Sul, mostrando a disponibilidade e heterogeneidade de informações ao longo do rifte

Figura 2- Mapa de localização dos dados disponíveis para o estudo.

Figura 3- Área deformada sob a influência da rotação da Microplaca Sergipe (modificado de Szatmari e Milani, 1999; Bueno, 2001).

Figura 4 - Carta estratigráfica das Bacias do Tucano Central e Sul (Modificado de Costa *et al.*, 2007)

Figura 5- Mapa de arcabouço estrutural da Bacia do Tucano Sul (Modificado de Netto *et al.* 1985)

Figura 6- Mapa com as sub bacias do Tucano Norte, Central e Sul, e a Bacia de Jatobá , mostrando a inversão de mergulhos em cada sub-bacia. (Modificado de Cupertino, 1987)

Figura 7- Seções sísmicas da área de estudo, a primeira não interpretada e a segunda, com interpretação, mostrando os horizontes sismoestratigráficos.

Figura 8- Zoom da seção sísmica mostrando o padrão de sismofácies plano-paralelo.

Figura 9- Zoom da seção sísmica mostrando os padrões de sismofácies caótico e plano-paralelo incipiente.

Figura 10- O diagrama cronoestratigráfico (diagrama de Wheeler)

Sumário

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
<i>Abstract</i>	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Apresentação e objetivos.....	4
1.2. Material e método.....	4
2. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	7
2.1. Generalidades.....	7
2.2. Arcabouço Estrutural.....	9
2.3. Estratigrafia.....	11
2.4. Evolução tectonossedimentar da bacia do Tucano.....	14
3. RESULTADOS.....	22
3.1. Intervalo sob a Discordância “PRÉ-ARATU”.....	22
3.2. A Discordância “PRÉ-ARATU”.....	24
3.3. Intervalo sobre a Discordância “PRÉ-ARATU”.....	24
3.4. A construção de um diagrama cronoestratigráfico.....	26
4. CONCLUSÕES.....	28
Referências bibliográficas.....	29

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação e objetivos

As bacias do rifte do Recôncavo–Tucano–Jatobá, particularmente a bacia do Recôncavo, representa uma grande província petrolífera no país. A bacia do Tucano Sul, que é o alvo do estudo, é considerada uma bacia de fronteira exploratória, ou seja, aquela cujo conhecimento geológico em termos de exploração ainda não se encontra num estágio muito avançado, propiciando um fomento à exploração. A bacia do Tucano Sul, em anos recentes, tem sido alvo das rodadas de licitações da ANP, sendo alguns blocos repartidos e levados à leilão, com a finalidade de estimular novos investimentos na bacia.

Nos últimos tempos, o interesse em estudos mais aprofundados no rifte vem aumentando, em especial na bacia do Tucano, onde estudos preliminares já constatarem o alto potencial gerador de gás na bacia. A bacia do Tucano Sul, por exemplo, é a que concentra o maior potencial gaseífero das três sub-bacias (Sul, Central e Norte), fazendo com que a malha de dados aumente em direção a mesma. O conhecimento geológico é bastante heterogêneo ao longo do rifte, diminuindo para norte, a maior parte deste conhecimento concentrando-se na bacia do Tucano Sul (figura 1).

Até o momento foram perfurados 102 poços exploratórios na bacia, destes, 87 estão no Tucano Sul e resultaram na descoberta dos campos de gás de Conceição, Quererá e Estação de Iraí-Norte ,e Iraí (Magnavita e Cupertino, 1987). Os demais quinze poços perfurados na bacia do Tucano Central, dois no Tucano Norte e igual número em Jatobá, não levaram a qualquer descoberta de hidrocarbonetos, além de terem sido levantados cerca de 7.200 km de sísmica de reflexão com registro digital, sendo 6.000 km no Tucano Sul e os restantes na porção meridional do Tucano

Central. (Magnavita e Cupertino, 1987). Já do ponto de vista geoquímico, TRINDADE *et al.*, (1985), analisaram 21 poços, constatando resultados animadores apenas para a sub-bacia do Tucano Sul, potencialmente geradoras de gás. No Tucano Norte, amostras de folhelhos da Formação Santa Brígida (Permiano) coletadas na superfície, revelaram potenciais geradores bastante altos, estando próximas à janela de geração.

Ao ser observada a seção rifte das bacias marginais, percebeu-se a constante presença de um evento erosivo registrado ao longo de um mesmo nível estratigráfico. No decorrer do mesmo ano, Bueno *et al.*, (2004), identificaram uma discordância equivalente ao longo de toda a bacia do Tucano, sendo esta chamada de discordância Pré-Aratu, alvo do estudo em questão.

A discordância Pré-Aratu foi descrita por Bueno (2004), como de natureza tectônica, assim como a discordância inicial do rifte (*onset unconformity*), ou a do final do mesmo (*break-up unconformity*).

Ainda não são encontrados muitos trabalhos que falem mais a fundo da discordância Pré-Aratu, sendo este trabalho, um dos pioneiros na discussão da discordância em termos exploratórios.

Assim, o estudo tem como principal objetivo, discutir a discordância Pré-Aratu, com base numa análise sismoestratigráfica, através da caracterização de terminações de refletores e de sismofácies, que contribuirão para o melhor entendimento da evolução tectonossedimentar da bacia, e sobretudo, reavaliar seu significado cronoestratigráfico.

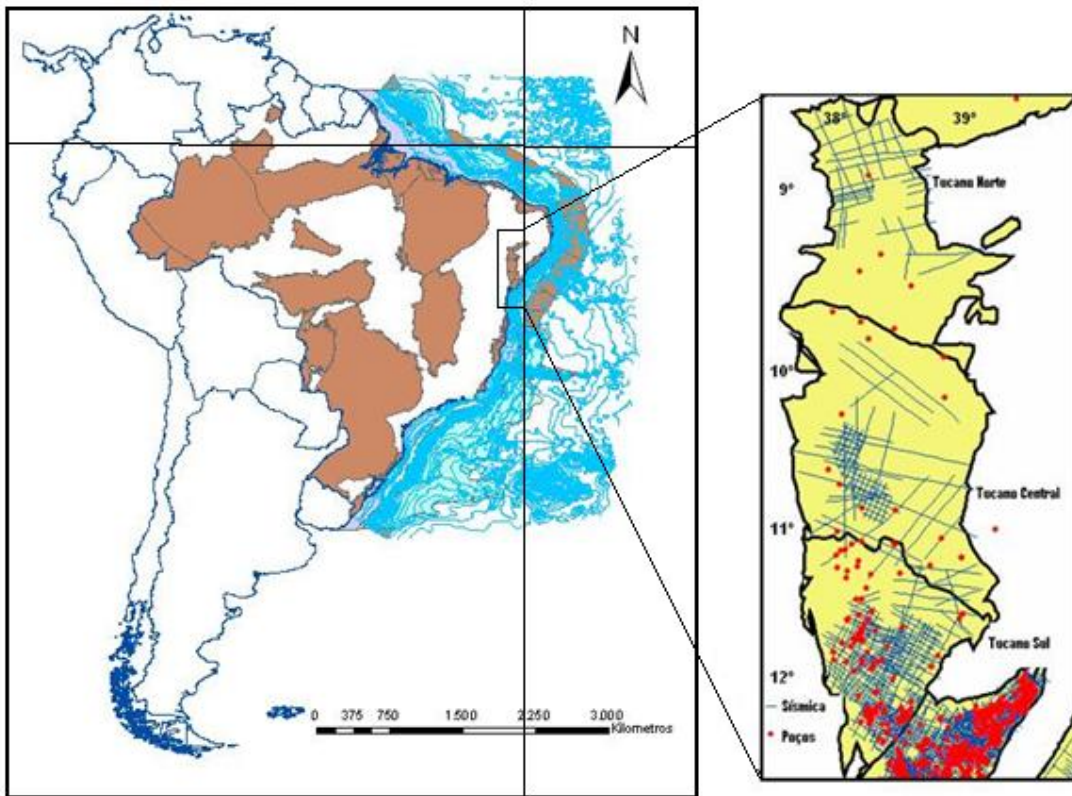


Figura 1- Mapa de localização da bacia do Tucano, mostrando a concentração de informações sísmicas (linhas azuis) e de poços (pontos vermelhos), disponíveis nas sub-bacias Tucano Norte, Central e Sul.

1.2 Material e método

Os principais dados utilizados são os dados sísmicos em tempo, e em conjunto, perfis de poços com as curvas densidade, raio gama, potencial espontâneo, além da análise de perfis compostos e de arquivos gerais de poços, que forneceram os marcadores estratigráficos. Estas ferramentas em conjunto tornaram mais claro e viável o trabalho de mapeamento de tais unidades referentes às unidades sismoestratigráficas da bacia do Tucano Sul.

Com relação aos dados disponíveis, foi cedido pela ANP um total de 5 linhas sísmicas e 3 poços. Dentre estes, uma linha sísmica foi selecionada para a interpretação e 2 poços foram utilizados para correlação. Os dados utilizados são pertencentes ao levantamento sísmico 2D **0026_TUCANO_SUL_039**, cujo segmento é **0026_1778**, e os poços utilizados foram **1_PAL_0002_BA**, **1_FPO_0001_BA** (figura 2).

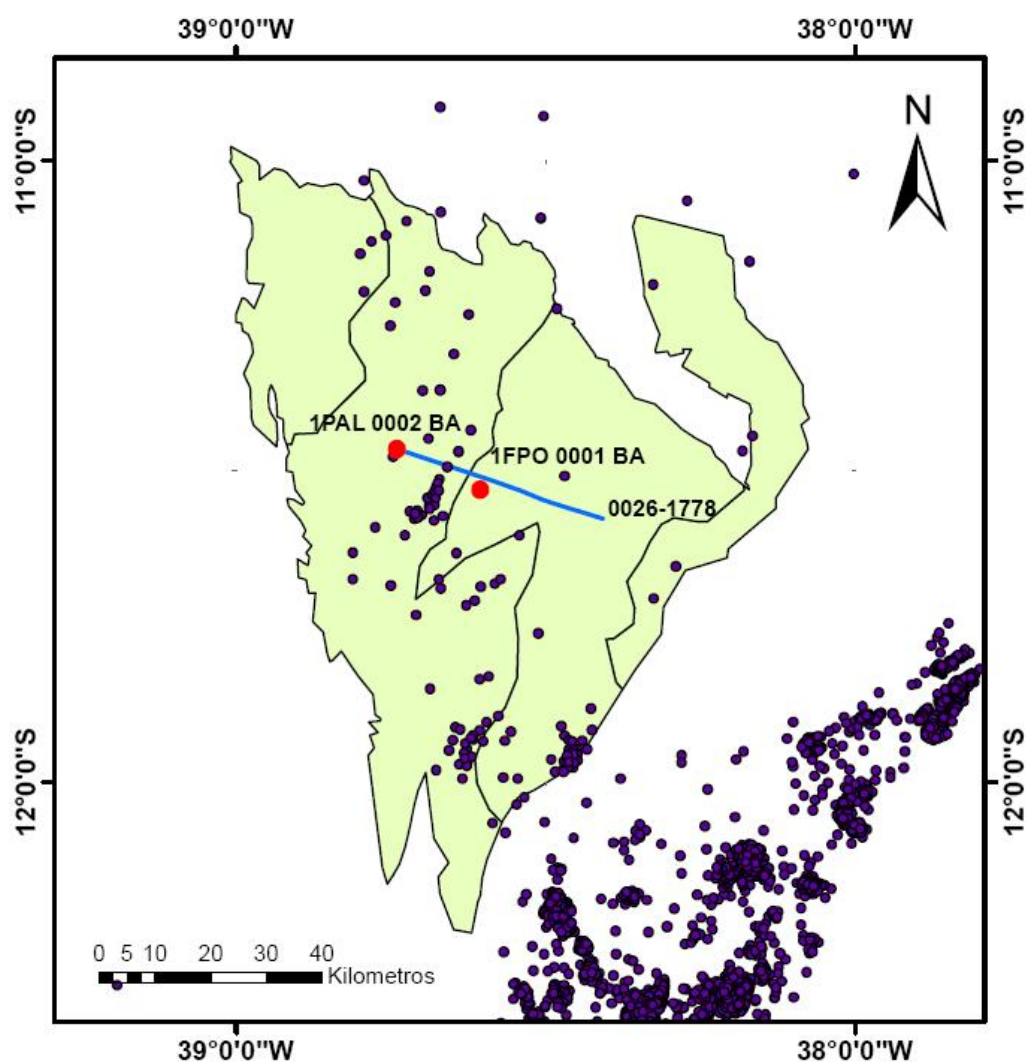


Figura 2- Mapa de localização com os dados disponíveis para o estudo.

A etapa seguinte consistiu no carregamento dos dados sísmicos, na qual foi realizada uma subetapa de escolha da área que pudesse representar de forma clara as seqüências sedimentares da bacia. Foi realizado o carregamento destas linhas sísmicas, recebidas em arquivos formato SEG-Y, utilizando-se para a interpretação sísmica o software *Seisearch*, da Paradigm™

Posteriormente, foi feito o carregamento dos dados de poços e seus perfis elétricos, topos estratigráficos, e tabelas tempo X profundidade (CHECKSHOT/TTI), para a amarração dos mesmos ao dado sísmico em tempo.

O método utilizado é o sismoestratigráfico, que utilizado para a interpretação de dados sísmicos, permite uma melhor compreensão da evolução tectonossedimentar da bacia. Este método foi implementado como consequência do aperfeiçoamento das técnicas de aquisição e processamento de dados sísmicos, permitindo a visualização dos detalhes de feições deposicionais e estratigráficas.

Dentro do método sismoestratigráfico, torna-se imprescindível o conceito de sismossequência, conforme foi apresentado no Memoir # 26 da AAPG (Payton, 1977), que consiste na subdivisão de uma seção sísmica em pacotes de reflexões concordantes, separados por superfícies de descontinuidades, interpretados segundo o conceito de seqüência deposicional, sendo esta definida como uma sucessão de estratos geneticamente relacionados, concordantes, limitadas no topo e na base por discordâncias ou por seus equivalentes concordantes (Mitchum Jr., 1977).

Desta forma, a sismossequência como unidade sísmica básica, tem os limites reconhecidos através de terminações de reflexões, que se dispõem em angularidade ou paralelismo em relação aos limites de uma seqüência, seja esta, concordante ou discordante. Os padrões de reflexões comumente mais usados são o *onlap*, *downlap*, *toplap*, *lapout* e truncamento.

As reflexões sísmicas são consideradas como o registro de tempo de percurso de ondas sísmicas geradas artificialmente na superfície e refletidas em interfaces físicas nas rochas. Um dos pressupostos básicos da sismoestratigrafia, é que as reflexões são produzidas, a partir do contraste de impedância acústica, por superfícies físicas que apresentam um caráter temporal geologicamente importante, cronoestratigráfico (Ribeiro, 2001). As reflexões sísmicas seguem linhas de tempo,

enquanto que as superfícies estratais correspondem a paleosuperfícies deposicionais.

As discordâncias são superfícies de erosão ou não deposição, implicando em uma ausência física de um significativo intervalo cronoestratigráfico. Apesar desta não constituir uma superfície síncrona, ela carrega um significado cronoestratigráfico, pois irá delimitar estratos mais jovens de mais antigos.

Muito ao contrário do senso comum, as reflexões sísmicas não necessariamente correspondem aos contatos litológicos, visto que a impedância acústica não é um fiel indicador de litologias (Ribeiro, 2001). Logo, não necessariamente, as unidades sismoestratigráficas apresentam correspondência com o limite de unidades litoestratigráficas. Tais limites são definidos arbitrariamente, e, na maioria dos casos, cortam linha de tempo, ou seja, são diacrônicos.

Com base nestes conceitos de sismoestratigrafia apresentados, foi proposta a construção de um diagrama cronoestratigráfico (diagrama de Wheeler). O diagrama de Wheeler, mostra basicamente o tempo geológico na vertical e a extensão lateral das unidades litológicas no eixo horizontal. Considerando que o registro estratigráfico é sempre constituído por vários intervalos de não-deposição ou erosão, haverá sempre espaços em branco no diagrama (Della Fávera, 2001).

Existem algumas razões para as quais deve-se confeccionar diagramas estratigráficos. Pelo fato do diagrama enfatizar a variabilidade espacial e temporal das unidades litológicas individuais, e indicar com clareza onde os topos das seqüências são concordantes ou truncados, podendo tornar viável a descoberta de acumulação de hidrocarbonetos através de diferentes estilos de trapas. Outra razão

seria a marcação do *onlap* (assinatura côncava para a área fonte), *downlap* (concavidade em direção à bacia) e *toplap* (curvatura convexa em direção à bacia.)

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1 Generalidades

A bacia do Tucano, ocupa uma área de aproximadamente 30.000 km², ocupando o estado da Bahia. Compõe, juntamente com as fossas tectônicas do Recôncavo e Jatobá, um rifte intracontinental com cerca de 450 km de comprimento na direção N–S, feição ímpar no contexto da margem leste brasileira (fig. 1). É conhecido desde o final do século passado, quando Orville Derby, em expedição pelo rio São Francisco, reconheceu em suas margens folhelhos cretácicos muito semelhantes aos do Recôncavo. Derby, até então, desconhecia haver uma descontinuidade destes sedimentos desde a Baía de Todos os Santos (cf. Ghignone, 1979).

As bacias sedimentares brasileiras foram classificadas segundo a tectônica de placas segundo Asmus e Porto (1972), sendo que estes autores salientaram que “as bacias brasileiras em todos os seus estágios evolutivos ajustam-se satisfatoriamente a estas classificações”. Para o caso específico da fossa do Recôncavo–Tucano–Jatobá, as denominações são: Tipo III: gráben ou rifte em crosta cratônica, segundo Klemme (1980). Geologicamente, a bacia encontra-se implantada sob terrenos pré-cambrianos, e sob a Faixa Sergipana, conforme atestam amostras do embasamento provenientes dos poços.

A bacia do Tucano Sul, geograficamente tem como limite norte o rio Itapicuru, que dá o nome ao seu limite geológico com a bacia do Tucano Central, que é a falha do Itapicuru. Seu limite sul com a bacia do Recôncavo é definido pelo Alto de Aporá, e seu limite leste pela falha de Inhambupe.

Estratigraficamente, a sequência inicial tem idade neopermiana (Formação Afligidos), seguido de uma sequência jurássica (que engloba a seção Pré-rifte, localmente chamada de Idade Dom João), representada pelas formações Aliança, Sergi, Itaparica e Água Grande, posteriormente acompanhada de uma sequência rifte (de idade cretácea e localmente chamadas de idades Rio da Serra, Aratu e Jiquiá), representada pelo Grupo Ilhas, formações Candeias, Salvador e São Sebastião, e uma outra sequência Pós-rifte (também de idade cretácea, e localmente chamada de idade Jiquiá), constituída pela formação Marizal.

Segundo Costa *et al.* (2007), as seqüências sedimentares da bacia foram divididas em três supersequências, como segue: Supersequência Pré-rifte (J20-K05), Supersequência Rifte (K10-K20, são estratos de Idade Rio da Serra inicial a final), (K30-K40, estratos de Idade Aratu), e uma Supersequência Pós-rifte (K50, estágio de subsidência térmica correspondente à Formação Marizal). Estas sequências serão detalhadas mais adiante.

2.2 Arcabouço estrutural da bacia do Tucano Sul

A bacia do Tucano representa a porção central do rifte do Recôncavo- Tucano- Jatobá. As discontinuidades do embasamento pré-cambriano refletem na estruturação da bacia. Segundo Milani (1985), a direção geral N–S do rifte é paralela a estruturas do cráton do São Francisco nesta área; a direção das falhas normais encontradas na sub-bacia do Tucano Sul é coincidente com a zona de milonitização da parte NE do Cinturão Granulítico Atlântico, e os falhamentos de direção NW–SE são produtos da reativação de discontinuidades provenientes da Faixa Sergipana.

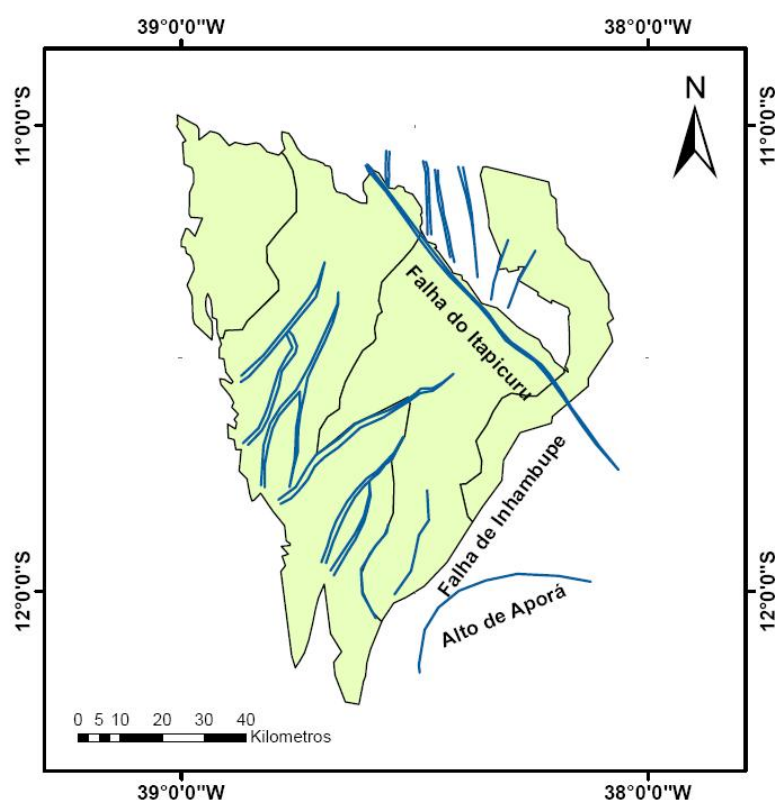


Figura 3- Mapa de arcabouço estrutural da bacia do Tucano Sul. (Baseado em Netto *et al.*, 1985)

O rifte representa um conjunto de grábens assimétricos, que apresentam mergulho para SE desde o Recôncavo até o Tucano Central. A partir do arco de Vaza Barris, inverte para NW, seguindo até a bacia de Jatobá (Magnavita e Cupertino, 1987). (Figura 4)



Figura 4 - Mapa com as sub bacias do Tucano Norte, Central e Sul, e a bacia de Jatobá , mostrando a inversão de mergulhos em cada sub-bacia. (Baseado em Magnavita e Cupertino, 1987)

Na bacia do Tucano existem duas grandes zonas de falhas de transferência, que já foram descritas por Netto *et al*, (1985), como falhas transcorrentes. Estas falhas segmentam a bacia nas três sub-bacias apresentadas: Tucano Sul, Norte e Central, estas estruturas são o arco de Vaza Barris e a falha de Itapicuru.

A sub-bacia do Tucano Sul, por sua vez, é caracterizada por um sistema de falhas N 30° E, com blocos antitéticos que mergulham para o quadrante Leste. Na borda leste desta sub-bacia, há um sistema distributário de falhas lítricas paralelas à falha de Inhambupe, cuja estrutura é responsável pela subsidência verificada. A sub-bacia de Tucano Sul afunda progressivamente para NE, em direção à falha do rio Itapicuru, de direção geral NW–SE, definindo os baixos de Olindina e Inhambupe (figura 3), com uma espessura de sedimentos de até 6 km.

2.3 Estratigrafia da bacia do Tucano Sul

A estratigrafia da bacia do Tucano Sul, tem sido descrita nos últimos anos por Costa *et al.*(2007), com base em sequências deposicionais, com a delimitação das principais discordâncias e extensão lateral de algumas unidades (figura 5).

A primeira, consiste na seqüência J20-K05, engloba a fase Pré-rifte na bacia, cronoestratigraficamente correspondendo à Idade Dom João, representada pelas formações Aliança, Sergi, Itaparica e Água Grande. A Formação Aliança, consiste, invariavelmente de pelitos e arenitos avermelhados que assentaram sobre o embasamento cristalino, gradando para os arenitos da Formação Sergi, a qual consiste de arenitos conglomeráticos, com estratificações cruzadas de grande porte, com espessura máxima de 450 metros. Em sucessão, segue a Formação Itaparica, que depositada no início do Berriasiano concordantemente sobre a Formação Sergi, consistindo de folhelhos vermelhos e verde oliva no seu topo, muito fossilíferos, e a Formação Água Grande também foi depositada no início do Berriasiano, é composta por arenitos finos a grossos, com estratificação cruzada acanalada de médio e grande portes, sugerindo a deposição em um ambiente fluvial com retrabalhamento eólico.

Segue-se a Supersequência Rifte, também descrita por Costa *et al.*, (2007), que engloba as seqüências K10-K20 e K30-K40. A primeira é representada pelas formações Candeias e Salvador, e pelo Grupo Ilhas. Já a segunda, é representada pelas formações Salvador, Pojuca, Taquipe, São Sebastião e Poço Verde. A Formação Candeias, juntamente com a Formação Salvador, representa o preenchimento inicial do Rifte durante o estágio de bacia faminta, quando a geração de espaço excedia a taxa de suprimento sedimentar. A Formação Candeias foi

depositada desde o início do Berriasiano até o Valanginiano Médio, e é composta pelos membros Tauá e Gomo, enquanto que no Tucano Sul, encontra-se apenas o Membro Tauá, que consiste em folhelhos escuros, físseis, sugerindo um ambiente lacustre.

A Formação Salvador é composta por conglomerados e arenitos da borda da bacia. Esta formação marca de forma enfática a fase Rifte, entre o Berriasiano e o início do Aptiano, pois é representada por leques aluviais sintectônicos, e marca a atuação das falhas de borda.

O Grupo Ilhas consiste das formações Marfim, Pojuca e Taquipe. A Formação Marfim, que teve seu intervalo de deposição do Valanginiano ao Hauteriviano, consiste de arenitos grosseiros a sílticos intercalados com siltitos e folhelhos. Já a Formação Pojuca, que se sobrepõe a Formação Marfim, consiste em arenitos muito finos, folhelhos calcíferos, depositados durante o Hauteriviano, sugerindo um paleoambiente deltaico.

A Formação Taquipe ocupa uma feição erosiva em forma de cânion, alongada na direção N–S na porção centro-oeste da bacia do Recôncavo e estendendo-se até a sub-bacia do Tucano Sul. Consiste de arenitos muito finos, com estratificação plano- paralela e lentes de arenito maciço, com estruturas de escorregamento.

O Grupo Massacará abrange a Formação São Sebastião, que equivale a arenitos grossos com intercalação de argilas sílticas, depositados em ambiente fluvial do Berriasiano ao início do Aptiano.

Por fim, tem-se também descrita por Costa *et al.*, (2007), a Supersequência (K50) representada pela Formação Marizal (aptiana), formada predominantemente

por arenitos finos a grossos, ocorrendo conglomerados polimíticos com matriz arenosa em sua base.

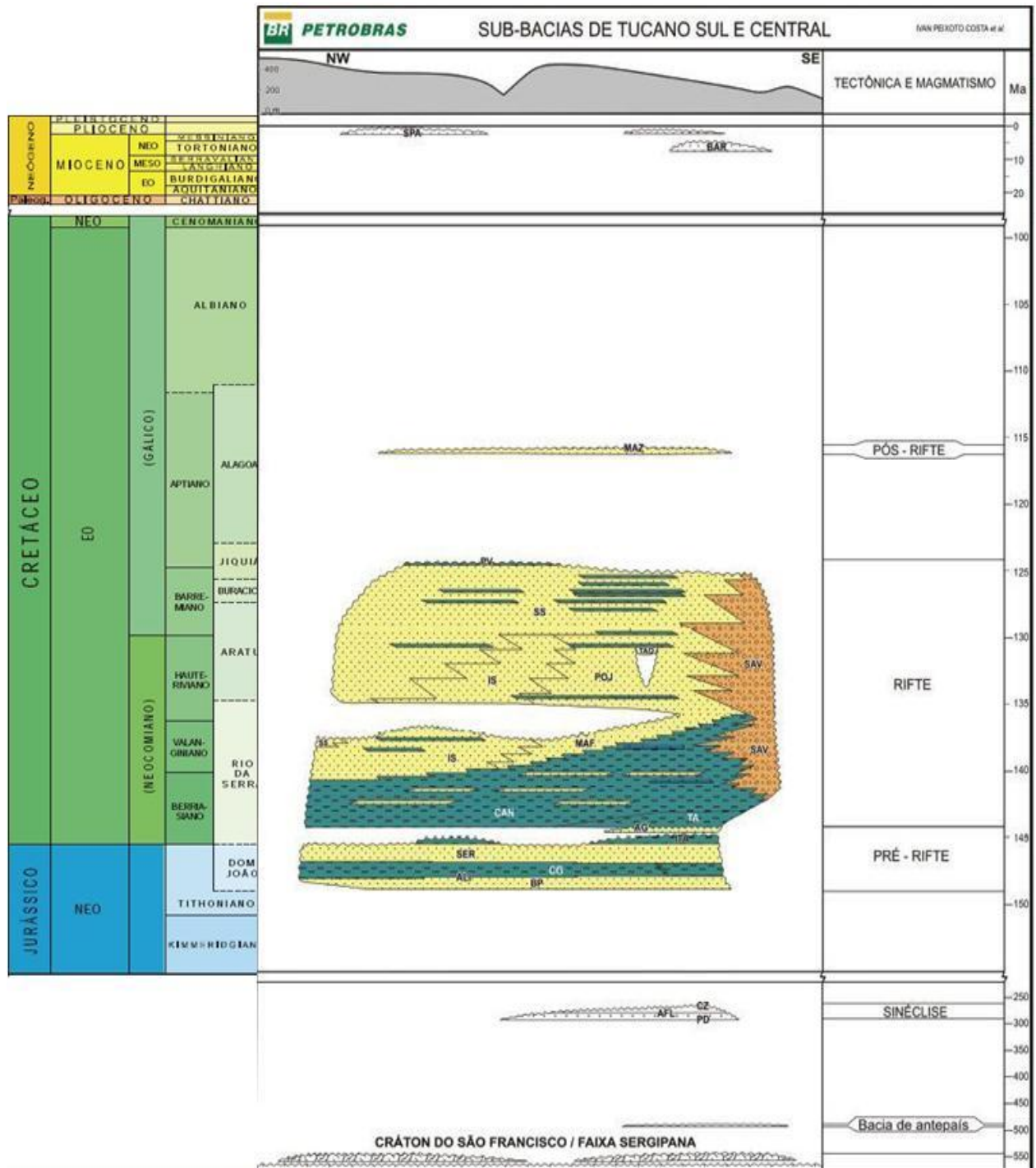


Figura 5- Diagrama estratigráfico das bacias do Tucano Central e Sul (Costa *et al.*, 2007)

2.4 Evolução tectonossedimentar da bacia do Tucano

A evolução da bacia do Tucano está intimamente ligada ao campo de tensões que originou a margem Leste brasileira, fazendo com que, juntamente com a bacia do Recôncavo e Jatobá, forme parte de um ramo abortado de um antigo rifte (este de orientação N–S), originado durante a abertura do oceano Atlântico Sul.

O desenvolvimento do Atlântico Sul na região do rifte Recôncavo–Tucano–Jatobá foi descrito por Milani (1999), o qual aponta que a propagação para norte foi impedida ao se deparar com uma feição geológica perpendicular à sua direção, a chamada zona de cisalhamento Pernambuco-Ibimirim. Essa zona de cisalhamento, que funcionou como um anteparo reológico durante as idades locais Rio da Serra/Aratu, provocou a transferência da distensão continental para a zona transformante Sergipe Alagoas, abortando o desenvolvimento do rifte do Recôncavo–Tucano–Jatobá (Figura 6).

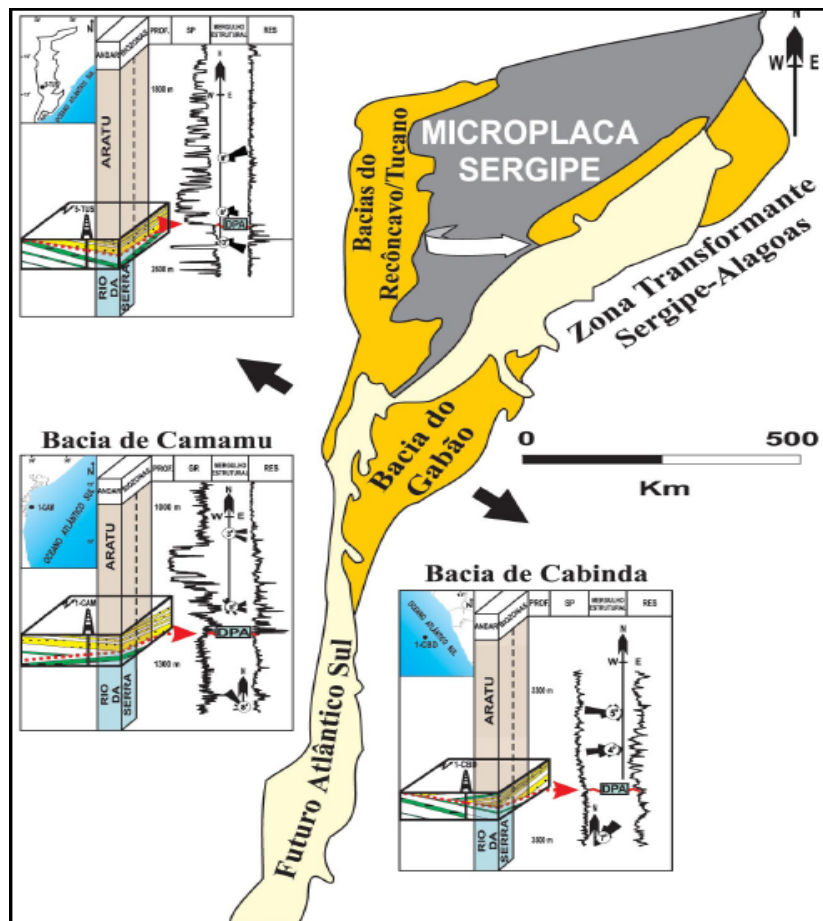


Figura 6- Área deformada sob a influência da rotação da microplaca Sergipe (modificado de Milani, 1999). Na bacia do Tucano o segundo pulso acentua os mergulhos estruturais da fase rifte inicial.

Num estágio anterior ao rifte, havia na região uma bacia alongada, que foi denominada por Ponte *et al.*, (1978), de Depressão Afro-Brasileira, descrita como uma depressão periférica adjacente a uma área positiva (elevada). A sequência juro-cretácea (J20-K05), conforme descrita por Costa *et al.* (2007), identifica o estágio Pré-rifte, estando relacionada ao período de extensão e ao adelgaçamento da crosta que antecede a implantação dos meio-grábens. A sucessão estratigráfica é marcada por ciclos flúvio-eólicos, relacionáveis ao Membro Boipeba e às formações Sergi e Água Grande, e às transgressões lacustres de caráter regional representadas pelo Membro Capianga e pela Formação Itaparica. A esta época, o panorama de uma

bacia ampla e rasa, com tectonismo incipiente, assemelha-se ao de uma sinéclise (Santos *et al.*, 1990).

O início da Idade Rio da Serra marca um novo estágio, com sistemas fluvio-lacustres, progradante de norte para sul, e fluvio-eólico, para alguns autores, este seria o início da tafrogênese. É neste contexto que são depositadas as formações Itaparica, Água Grande, e a base da Formação Candeias (Milani, 1987).

O processo de rifteamento propriamente dito tem início ainda na Idade Rio da Serra, com o início da atividade das falhas de borda, e o surgimento da falha de Inhambupe, com acumulação dos fanglomerados da Formação Salvador. Em um profundo lago estabelecido, acumulam-se sedimentos microclásticos que constituem as litofácies correspondentes à Formação Candeias, que representa o estágio de preenchimento inicial do rifte, quando a geração de espaço excedeu a taxa de suprimento sedimentar (Cupertino e Bueno, 2005). Na sub-bacia do Tucano Sul, esta fase inicial é representada pelo Membro Tauá, que perde identidade para norte, em direção ao Tucano Central, onde a Formação Candeias é indivisa. Num estágio posterior, surgem sistemas fluviais axiais, sem a presença de conglomerados sintectônicos, com a sedimentação ocorrendo predominantemente em ambiente lacustre com diversas bacias não conectadas. Neste momento, chega ao fim a sedimentação de lago profundo, com a atividade tectônica tornando-se mais branda, e os altos internos sendo soterrados, e com a bacia aumentando sua área de sedimentação, passando a ocorrer progradações flúvio-deltaicas (Cupertino e Bueno, 2005). A redução das taxas de subsidência de Idade Rio da Serra média, permitiu que os sistemas deltaicos se estabelecessem nas margens flexurais, dando

início ao assoreamento das sub-bacias de Tucano Sul e Central (Costa *et al.*, 2007). O sentido geral de progradação de norte para sul ilustra o preenchimento axial do rifte Tucano–Jatobá, sendo estes sistemas progradacionais representados no Tucano Sul pela Formação Marfim. Vale ressaltar que o tectonismo atuante, exerceu forte controle na localização destes deltas, que juntamente com os sedimentos remobilizados formam o Grupo Ilhas.

A partir do interregno Rio da Serra-Aratu, a taxa de subsidência volta a ser superada pela taxa de sedimentação, com um corpo lacustre a sudeste, colmatado pela renovação dos sedimentos do Grupo Ilhas.

No final da Idade Rio da Serra, a atividade tectônica é retomada na bacia, produzindo uma discordância denominada por Bueno (2004), de “Discordância Pré-Aratu”, sobre a qual informações na literatura são insuficientes. Esta foi descrita como de natureza tectônica e mais bem identificada em áreas mais externas. Foi designada como sendo “*break-up unconformity*”. Esta discordância aparece em bacias da margem Leste (Alagoas, Sergipe, Camamu, Almada e Espírito Santo), e foi identificada como um evento erosivo registrado ao longo nas bacias da margem Leste e a bacia do Tucano.

Neste estágio foram estabelecidas progradações flúvio-deltaicas mais intensas, e conseqüentemente a deposição de arenitos, que consistem nos arenitos fluviais do Grupo Massacarã. Este processo estendeu-se até quase o final da Idade Jiquiá. Seções de meados da Idade Aratu ao fim do Jiquiá representam a fase final de assoreamento do rifte, quando os sistemas fluviais já abrangiam todo o segmento meridional da bacia do Tucano, culminando no preenchimento axial da bacia. A arquitetura retrogradacional dos ciclos deposicionais, representada pela Formação

São Sebastião, está melhor caracterizada na bacia do Tucano Sul, através de uma sucessão recorrente de depósitos fluviais, deltaicos e lacustres.

O estágio de subsidência térmica Pós-rifte, é representado pela seqüência K50, conforme descrito por Costa *et al.*, (2007), que compreende os depósitos aluviais da Formação Marizal, esta sobrepondo-se em discordância angular aos demais depósitos. A sedimentação teria ocorrido em uma bacia do tipo *sag*, no final da Idade Alagoas (neoptiano)

No intervalo correspondente às idades Aratu e Buracica, a sedimentação assumiu um caráter cíclico, condicionada por uma subsidência pulsante e atenuada (Ghignone, 1979).

3 RESULTADOS

3.1 Intervalo estratigráfico sob a discordância Pré-Aratu

O intervalo abaixo da discordância Pré-Aratu encontra-se provavelmente delimitada na base pelo topo da Formação Sergi (seção Pré-rifte), e o topo pela própria discordância em questão. É representada nesta seção provavelmente a Formação Candeias e a parte Inferior do Grupo Ilhas. (Figura 7)

Em termos sismofaciológicos, o padrão de reflexões apresenta-se divergente com crescimento de seção, bem marcado, porém com algumas interrupções (Figura 8). Além disso, também observando a disposição das falhas na seção, é possível perceber que estas param exatamente antes da discordância em questão, como mostrado na figura 7. Estes aspectos fornecem-nos subsídios para sugerir que a discordância Pré-Aratu limita uma fase tectônica mais ativa na bacia, esta sendo responsável por uma criação expressiva de espaço para acomodação, formando o estágio chamado de “estágio de bacia faminta”, gerada por pulsos tectônicos, com a formação de um lago profundo e seu posterior preenchimento.

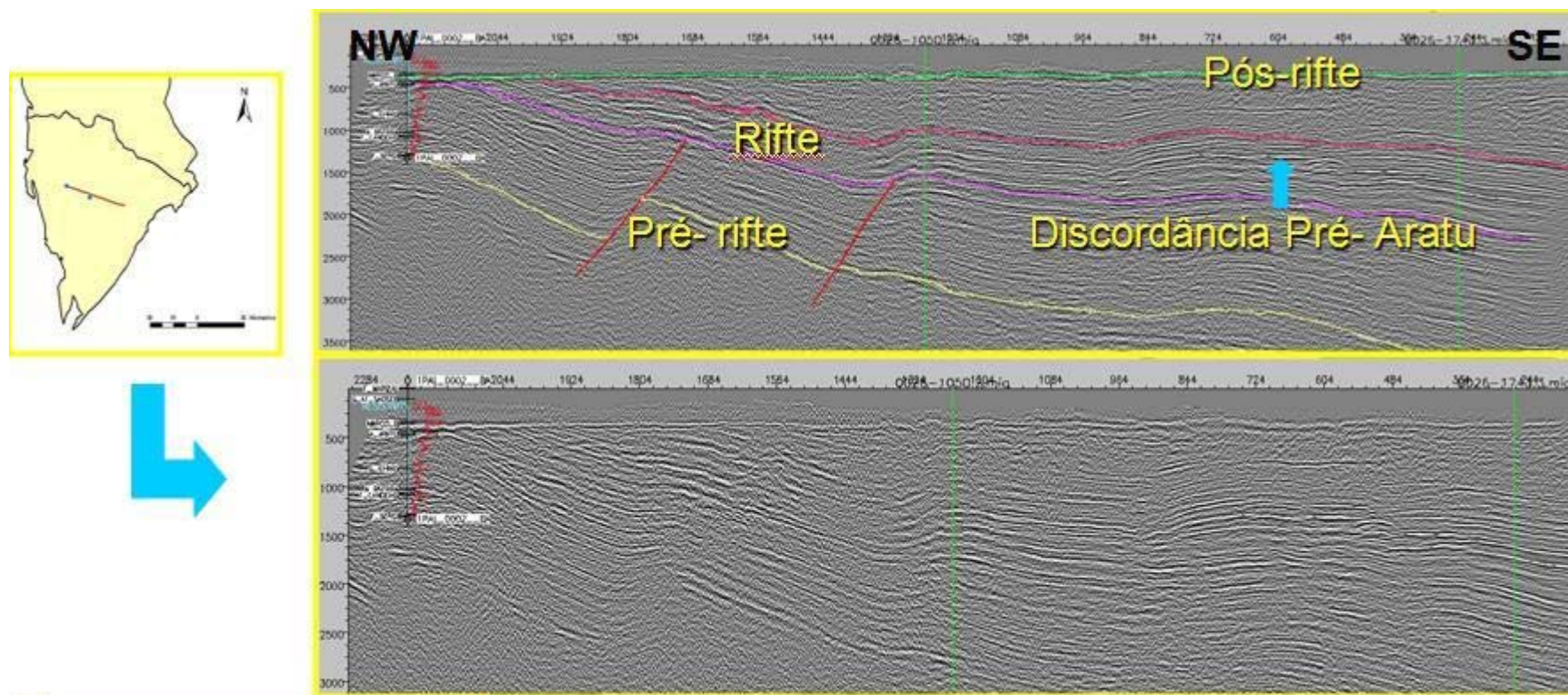


Figura 7- Seções sísmicas em tempo da área de estudo, a primeira não interpretada e a segunda, com interpretação, mostrando os horizontes sismoestratigráficos. O intervalo rifte está representado pelo horizonte amarelo ao horizonte lilás, a discordância Pré-Aratu está representada pelo horizonte lilás, o intervalo pós-rifte está representado pelo horizonte lilás até o horizonte verde.

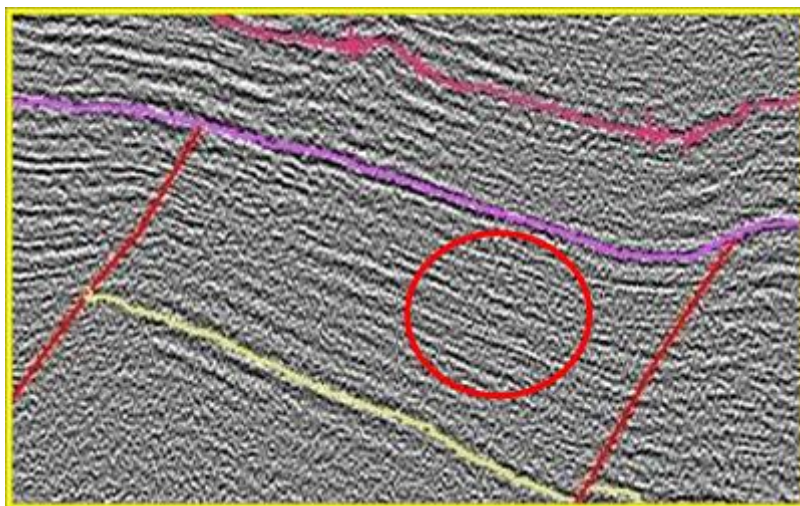


Figura 8- Detalhe da seção sísmica mostrando o padrão divergente.

3.2 A discordância Pré-Aratu

A discordância Pré-Aratu pode ser chamada de um limite de tectonossequência e encontra-se disposta de forma contínua ao longo de toda a seção sísmica (Figura 7). A discordância analisada representa um evento erosional regional, conforme descrito por Bueno (2004), fato que explica sua disposição contínua ao longo de toda a seção.

3.3 Intervalo estratigráfico sobre a discordância Pré-Aratu

O intervalo sobre a discordância Pré-Aratu foi subdividido em duas subseções com base em critérios sismoestratigráficos. O intervalo inferior (horizonte lilás ao horizonte rosa), provavelmente corresponde litoestratigraficamente ao Grupo Ilhas, é marcada por sismofácies plano-parelelas incipientes a caóticas (Figura 9). As sismofácies caóticas são caracterizadas em poço por uma razão areia-folhelho maior do que a comparada com o restante do mesmo pacote delimitado em questão. Este fato, relacionado ao contexto geológico da bacia é coerente, considerando que,

nesta fase, progradações deltaicas começaram a ocorrer, refletindo num maior aporte na quantidade de areia para a bacia. E este padrão caótico, vem associado a feições de canalizações, ainda, permitindo-nos sugerir que existem “vestígios” da existência do paleolago tectônico, através das intercalações entre areia e folhelhos observados na sismofácies.

Para esta sismofácies, é possível sugerir que os incipientes padrões de intercalações visíveis são reflexo do grande lago tectônico formado durante a fase rifte principal. Conforme a atividade tectônica foi se atenuando, iniciou-se a deposição em paleoambiente de lago raso, com vestígios de lago profundo. Também é importante observar que a passagem da sismofácies caótica para a sismofácies plano-paralela é um tanto quanto abrupta, refletindo a passagem do ambiente de progradações de cunhas deltaicas ao ambiente de lago raso. O intervalo superior, provavelmente corresponde em termos litoestratigráficos à Formação São Sebastião, que denota a fase final de assoreamento do rifte, com sistemas fluviais que preenchem axialmente a bacia. As sismofácies vistas são de caráter basicamente caótico (figura 9), com um incipiente plano-parallelismo a sudeste. Deve-se levar em consideração que este intervalo mostra uma razão areia-folhelho bem superior aos outros pacotes delimitados na seção (em poço). Estes padrões de sismofácies refletem ambientes deposicionais fluviais, com associações de fácies de canal e planícies de inundação.

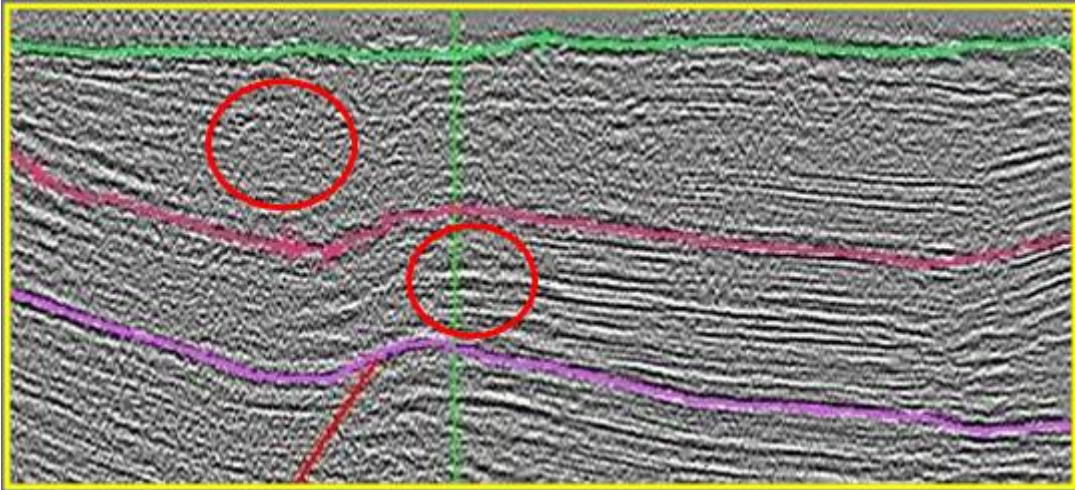


Figura 9- Detalhe da seção sísmica mostrando os padrões caótico e plano- paralelo incipiente.

3.4 A construção de um diagrama de Wheeler

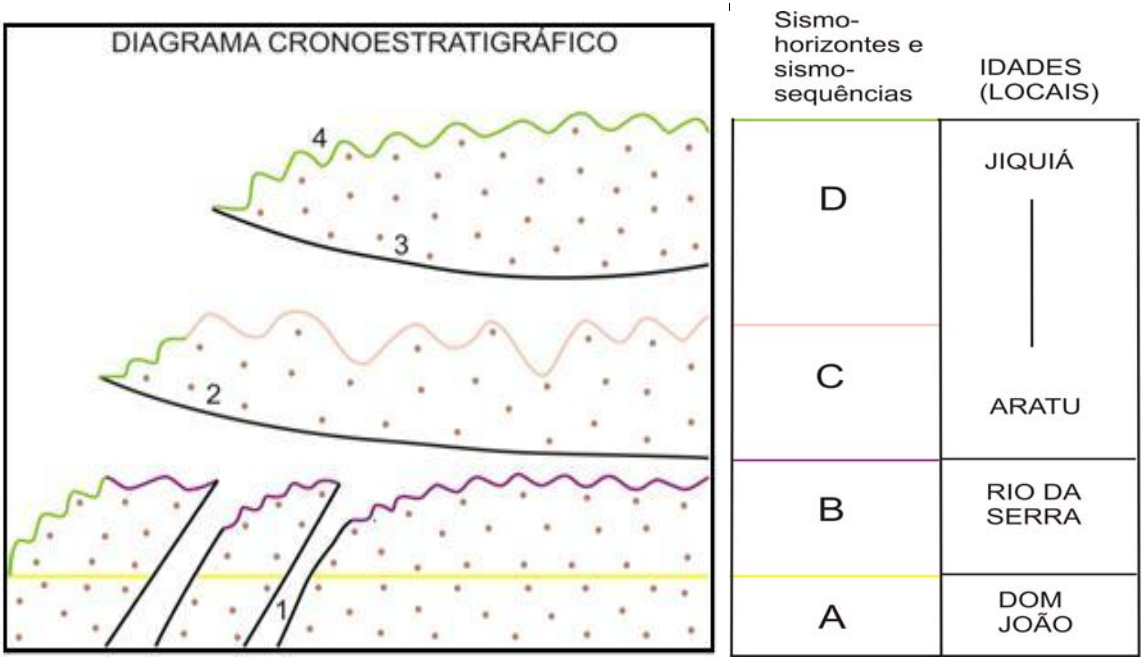


Figura 10- O diagrama cronoestratigráfico (Diagrama de Wheeler)

Através da confecção do diagrama cronoestratigráfico, foi possível notar que a seção Pré-rifte (topo da Formação Sergi, representada pelo horizonte amarelo)

apresenta uma forma contínua ao longo da seção, sem perturbações significativas. Alguns pontos no diagrama foram destacados para discussão: No ponto 1, nota-se a ausência de registro (hiatos) devido às falhas presentes na seção; estas estão presentes durante toda a fase Rifte e param na discordância pré-aratu (representada pela linha lilás). A assinatura côncava acima da discordância pré-aratu, representada pelo ponto 2, corresponde às terminações de *onlaps* e truncamentos sobre a discordância Pré-Aratu. Diferente do que pode ser observado na carta estratigráfica da bacia do Tucano Sul de Costa *et al.*, (2007), onde a superfície logo acima da discordância Pré-Aratu é horizontal. Já o ponto 3 (representado pela linha rosa), mostra uma superfície erosiva, com presença de incisões fluviais e canalizações, ocorrentes durante a fase Pós-rifte.

E o último ponto a ser discutido, representado pelo ponto 4, há a presença de uma discordância angular na fase Pós-rifte, esta é representada por um evento erosivo e trunca as demais seqüências, como é possível notar no diagrama.

4 CONCLUSÕES

Conforme apontado, as três sismosequências identificadas correspondem respectivamente às fases pré-rifte, rifte e pós-rifte, sendo a última representada por uma discordância angular que trunca as demais seqüências.

Ao longo do estudo, foi possível perceber que a discordância Pré-Aratu limita uma fase tectônica mais ativa na bacia do Tucano Sul, e que, através de seu caráter angular, conforme descrito por Bueno (2004), a mesma possui uma natureza tectônica.

Através da identificação, estudo da discordância Pré-Aratu e confecção do diagrama cronoestratigráfico, tornou-se viável, criar uma discussão acerca de uma nova abordagem cronoestratigráfica na bacia, implicando em novas perspectivas do ponto de vista exploratório.

Referências bibliográficas:

- Asmus, H. E.; e Porto, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 26, Belém. 1972. *Anais do XXVI Congresso*. São Paulo, SBG, 1972. v.2. p.67-90
- Costa, I. P. ; Milhomem, P. S.; Bueno, G. V. ; Lima e Silva, H. S. R.; Kosin, M. D. Sub-Bacias de Tucano Sul e Central. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 15, n.2. p. 433-443, maio-nov. 2007.
- Bueno, G. V., Diacronismo de eventos no rifte Sul- Atlântico. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v.12, n.2, p.203-229, maio nov. 2004.
- Cupertino, J. A.; Bueno, G. V.; Arquitetura das seqüências estratigráficas desenvolvidas na fase de lago profundo no rifte do Recôncavo. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v.13, n.2. p. 245- 267, maio-nov. 2005.
- Della Fávera, J.C. Fundamentos de Estratigrafia Moderna. Ed. UERJ, 2001.
- Ghignone, J.I. Geologia dos sedimentos fanerozóicos do Estado da Bahia. *In: INDA, H. A. V. Geologia e recursos minerais do estado da Bahia: textos básicos*. Salvador, Secretaria das Minas e Energia, 1979.
- Klemme, H. D. 1980. Petroleum basins - classification and characteristics. *Journal of Petroleum Geology*, **3** (2): 187-207.
- Magnavita, L. P. e Cupertino, J. A. Conceção atual sobre as bacias do Tucano e Jatobá, Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, vol. 2, agosto-dezembro, 1987.
- Milani, E. J. Tectônica cisalhante na evolução do rifte do Recôncavo- Tucano-Jatobá. *Revista Brasileira de Geociências*, v.15, pág. 87-92, 1985.
- Milani, E. J.; Aspectos da evolução tectônica das Bacias do Recôncavo e Tucano Sul, Bahia, Brasil. Rio de Janeiro: PETROBRAS. CENPES, 1987. 61 p. (Ciência Técnica Petróleo. Seção: Exploração de petróleo, 18)
- Milanil, E. J. Microplate rotation in northweast Brazil during South Atlantic rifting. analogies with the Sinai Microlpate. *Geology Boulder*, v.27, n. 12, p.1115-1118, 1999.
- Mitchum Jr., R. M.; Vail, P.R.; Thompson III, S. 1977b. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphy analisys. AAPG 56-62 (Memoir #26)
- Netto, A. S. T.; Braga, J. A. E.; Santos, C. et alii. Revisão estrutural estratigráfica da Bacia do Tucano Sul, Salvador. Petrobrás, DEXBA, 1985.
- Payton, C.E. (ed.) 1977. Seismis Stratigraphy– Application to Hydrocarbon Exploration. Tulsa, AAPG, 516 p. (AAPG Memoir #26).

Ponte, F.C. et alli. Origem e acumulação de petróleo nas bacias sedimentares brasileiras . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, 1, Rio de Janeiro, 1978. *Anais...* Rio de Janeiro, Instituto brasileiro de petróleo, 1978. v.2, p. 21-47

Ribeiro, H.J.P. Estratigrafia de seqüências, conceitos e aplicações. 428 p. Ed. Unisinos, 2001.

Santos, C.F. dos; Cupertino, J.A.; Braga, J.A.E. Síntese sobre a geologia das bacias do Tucano, Recôncavo e Jatobá. In: RAJA GABAGLIA, G.P.; MILANI, E.J. Origem e evolução das bacias sedimentares , Rio de Janeiro, Petrobrás, 1990.p.235-266

Trindade, L. A. F. Avaliação geoquímica da bacia do Tucano. Rio de Janeiro, Petrobrás, Cenpes, 1985.